革象新書

三

詳校官欽天監博士臣張尚鑑

靈臺郎臣倪廷梅覆勘

革象新書卷四

元 趙友欽 撰

蓋天舛理　渾儀制度
經星定躔　横度去極
古景知交　遠近準則

蓋天舛理

渾天論謂天如雞子地如中黄大地在天體之内天之兩極如門樞輪輻天旋一晝夜而周兩極不離元所是

文淵閣寶
國立北平圖書館藏

故日出地則曉日沒地則昏蓋天論則不然謂天形如蓋北極如蓋之頂正當天最高處四海外則比蓋之圍簷其蓋平旋一晝夜而周蓋頂不離元所上天下地地下無天亦無南極日常在天未始出沒但去此度遠則此夜而彼晝去彼度遠則此晝而彼夜為其天遠則似乎較低也南地日午則為北地夜半西地天初曉東地天初昏四方之更互皆然釋典所謂日遶須彌山而晝夜互者助蓋天之說也蓋天之說以天愈低而愈遠令北

斗近南則高而小近北則低而大由是觀之北極之北天雖愈低卻與中國相近如此則蓋天之謬明矣夏晝長而夜短太陽在地下時少故井水冷冬晝短而夜長太陽在地下多故井水温是亦可一見渾天之有理又以蓋天而論近日之星常隱遠日之星當常見隱見平分周天之半既然如是北斗之柄與夏至太陽相近緣何徹夜耿耿夏至太陽躔東井其婁胃張翼諸宿既在半周天內緣何晨昏猶見於東西夫日出二刻半而天

先曉日沒後二刻半而天方昬夏至太陽近北極子時望北天自當如天之將曉否則豈非蓋天謬邪然太陽出沒各與地域相近遠晨昬之遲早想必不同假若日常在天恐衆星亦距日遠近而隱既止係乎地域之晝夜則未可以盡信也案周髀云笠以寫天又云天象蓋笠地法覆槃又云天如倚蓋皆就人所見渾圓之半言之故狀如車蓋如笠合下半則亦渾圓也渾天圖星象於渾圓外面人如在天外觀天蓋天圖星象於半圓內面人仍是在天內觀天與仰瞻於天不殊既圖之於內不得不剖渾圓為二也其云晝夜異處如四時相反東方日中西方夜半西方日中東方夜半是地之東西如循環也云北極左右物有朝生暮穫趙

君卿註云北極之下從春分至秋分為晝從秋分至春分為夜是其地平與赤道適齊日過赤道而北其方日出地平日過赤道而南其方日入地平也蓋天之學不特知天體渾圓併知地體亦渾圓可謂測驗至精至密漢以來言渾天者不逮也此所引蓋天之説乃後人附會之妄强加之蓋天以便於攻之其亦誣矣

渾儀制度

古者有渾天儀又有所謂蓋天宣夜蓋天不可憑信宣夜失其所傳渾天之儀有三一曰六合儀二曰三辰儀三曰四遊儀共為一器所謂六合儀者平置一黑環準為地平列十二辰及八干四隅於其上又置黑雙環竝

結於地平之子午半在地上半在地下比為天脊於其側刻為周天去極之緯度從地平子位而上三十六度夾一小板於黑雙環之間板中通一圓竅比為北極又從地平午位而下三十六度亦夾一小板作為圓竅比為南極則置赤單環比為赤道於上刻周天之經度結於地平卯酉其赤環最高處結於北極之南九十一度初天頂之南三十六度也四環總六合儀比如天地之定位赤環雖刻周天之經度實非周天之經度乃周地

之經三百六十餘度也黑環雖刻周天去極之度亦止是周地之緯度三百六十有餘也蓋為六合儀不以運轉天體卻左旋故云周地而不云周天也所謂三辰儀者亦置黑雙環與六合儀之雙環同但圍徑較小所刻才是周天去極之度不可言周地度矣所以然者此雙環之北板轂與六合儀之北板轂相通共貫一圓軸南板亦然軸既圓則此雙環可以運轉轉於六合儀內轉非定體故云此是周天去極度亦置赤單環如六合儀

者附結於雙動環之上去極九十一度乃是卯酉兩月太陽所過之躔赤環所刻周天赤道之度可以隨雙環而運轉之别置黄單環附結於赤環之卯酉宿度仍刻周天黄道度數恐黄赤兩環動揺不穏又作白環佐輔之使無傾欹之患其白環於天郤無所比此五環總為三辰儀所謂四遊儀者亦置黒雙環與三辰儀之雙環同但圜徑較小於上亦刻周天去極度其北極竅與在外二板竅通一軸南板亦然此雙環之内各置一直幹

名曰直距似乎圓扇之脊與兩極相比數均上下俱一外軸量兩距之長去其當半處作一圓竅别置一圓板之心穿定八尺衡管圓板兩傍聯爲圓軸横距於直距之兩竅軸圓可轉則衡管可以南北低昂而窺天又隨此雙環而運轉東西則無往而不可窺望故曰四遊儀窺管長八尺故四遊之環徑八尺在外者以次而畧寛若測望各宿星躔則於三辰環上知有幾度中外天官亦知分隸在各宿幾度分隸在去極幾度又於南軸之

外接連一長木以此長木貫定水輪引水運之則南軸因此而轉使其一晝夜而周又可比天體之遶地一周也於三辰儀上布列珠玉比為星象即古者璿璣玉衡之遺製也案璿璣本作璇機周髀有正北北極及北極璇機之名有七衡六間冬至日在外衡夏至在內衡春秋分在中衡之規法正北北極即赤道極為左旋之極北極璇機即黃道極為右旋之極中衡即赤道餘六衡悉準之是為十二中氣日隨天而左之規法以七衡均分黃道界之為十二黃道斜而七衡與赤道平列此虞夏商周相傳之舊至秦而失其傳漢人草創渾天儀設窺管謂之衡後儒援漢製以當古璇機玉衡於其本法蓋莫之或考矣

經星定躔

古者逐夜測驗中星遂知黃道各宿度數又以渾儀比較而後定但所謂赤道分經之度郤是於渾儀上以黃道推之赤道度數已定復以赤道推變逐年黃道度數如是算之如恐反覆不順今當言之夫赤道距兩極之數南北不殊且十二次度均必然萬古不易黃道則半偏南而半偏北各次宿度多少不等又因日躔歲差逐年改異理宜先測赤道以分天體郤以赤道推變黃道之度

古者雖以赤道推變黄道其赤道郤是先憑黄道而測
令欲先測赤道但地平不當天半地上天多地下天少
世人與天之高處相遠四傍之低天則相近天高處望
度差於密天低處望度差於疎渾儀不可以測令别作
一術測之於地中置立壺箭刻漏雖依舊製但用水遲
速不同木箭之刻晝亦異箭分一百四十六晝半亾晝
夜之閒其箭浮沉各五十次如是則一日不云百刻乃
云百箭葢以一日分為百箭之久每日天體繞地一周

則是運行三百六十六度餘四之一天運一度則箭之浮沉移四十晝百箭總計一萬四千六百五十晝乃天體遶地一周之數也此壺漏不常用但以推測經星度數然一晝夜之間換水五十次恐有參差則時刻與天先後當就一所置立壺漏四所制度相同庶幾可以互相是正壺漏在於屋内别於簷外置一木架四柱而中空不拘大小高低内容一人坐立架上平放長木兩條其長與架相稱高五寸許濶二寸許各鑿水溝試令平正

兩木之間留一長罅其闊不及半寸約三四分首尾廣狹均停直指子午中向所謂中向者正午表景最短則憑其指南候昏見時人於架內窺測其眼須當低罅一尺有餘否則所望不定若於長木之上以板加之令高則不必低罅一尺矣然亦當用兩人以兩架測之庶幾可以彼此參較觀象者候視各宿若距星來當罅中隨即聲說看箭者言其箭畫數目秉筆者記之然箭畫以五色間雜庶幾便於夜觀其餘中外天官亦當如此推

測須當再驗三四夜以審訂焉且測半周天其餘候過半年而推測（案此及後篇皆泥於地上天多地下天少之謬說於測驗極疎）

橫度去極

渾儀不可測經度亦不可測橫度令既别立測經度法亦當别立測橫度法其法不拘四時不用壺漏亦不用經度之架别置一架以測之但須地中測驗方得其正先於露地鑿為方穴正向子午傍挾卯酉以四柱木架置於穴中高出地平數寸許方廣稱穴架内可容人坐

立尺寸不枸其穴口之南樹一長木與架相遠丈餘高七尺許其架之作十字之交但十字之木不向子午卯酉乃斜指四維而各構於柱正交之心樹立一表約高六尺作竅於表首可通琴線不須寬廣但令線無澀滯其竅向南之下二尺許别鑿一方竅將平木一條於穴内毋令突露竅北其平木約厚二寸許闊四寸許長出竅南一丈穩附於架南所樹之木平木正指子午之中上鑿水溝以試平正於平木左邊均畫九十一度有奇

乃周天四分之一以一寸準為一度又於平木之上一
寸許再構平木一條與在下之平木不異但在上之畫
處作通竅可容鐵箸在下者之畫處止作淺竅以承鐵
箸鐵箸長二尺許箸首大竅似乎大針之狀插在平木
最南之畫竅箸竅繫以琴線穿從表竅過北有窺筒約
長五尺以上首尾各有一環下環在筒尾之上側數寸
許係於表根上環繫於琴線窺筒直倚表北琴線長短
稱之蓋線短則繫筒不及線長則窺筒偏斜窺筒端直

則筒下可以直窺嵩高一人在架外地上而漸移鐵箸
箸移畫竅而北窺筒之首漸移然恐東西摇曳不定當
釘兩木於表側以夾之鐵箸逐畫北移則可以測衆星
所在之度測者聲説屋下之人書記之若筒平至地筒
孔低在表根十字交下則可測際地之度矣須先測北
極不動處定在平木為準的之所其餘中外天官須於
筒内覶其偏正遠近當從最南度測起漸移九十一度
以至最北星象漸轉復可如前測之測望至曉則最低

之度升至最高天高處度差密天低處度差踈如此則平木之南畫當密北畫當踈平木左邊先畫均度不可移改當考南密北踈之數别於右邊分畫踈密之度亦是周天四分之一但地平不當天半地上天多嵩高至北望地際恐不止九十一度而已當先測赤道經度考其地平上下隱顯幾何也東出西没之間不止半周度數則南地緯度亦當增矣增於測度之平木亦度其漸踈而畫焉須當兩人用兩架測望庶幾可以彼此參較

仍作三四夜審訂之審訂已定移架指北而測南木亦移樹於表北與測北不殊但不用均晝之度止須以較定疎密之度測之南北俱已測定則其晝數合得半周天度然恐有餘數是地上天多也然止可測半周天當俟半年而再測此術係穴地置架若於平地置架亦可測之但穴地置架則架上之表低而似短平地置架則架上之表高而似長架上之表既高過所樹之木不可不減則低而相稱否則不然窺筩亦當減短所以平地

亦可測者葢望遠之差不差於移步但差於改向且如夜行所戴之星移步於四郊以望所見並同皆因上仰而望向不改也雖不移步但轉其目所見異矣故知異同在於改向不在於移步架上穴而就平地或遷置於東西南北似乎移步窺筩斜轉橫直是為改向茲欲明其移步改向之理故先言穴地而復不用之原夫地面高低不齊豈能準則而一之穴於高處無異於平地而低徙然穿鑿何況目齊地平微有所障便難盡視不若

置架於平地但移架而免移所樹之木也

占景知交

於地中置立一表約高四丈表首置圓物狀如燈毬亦可竹篾為之而用紙糊但不可透明須令塞實亦不可小小則景淡大卻不妨表下四傍平地以石灰塗之令白以黒畫方眼若棊枰然一眼方一寸其畫縱橫正向子午卯酉然必須廣遠塗畫之使早晩其景皆在其上或不用石灰但將白紙糊簟而畫著地砌釘平妥以代

之於是推測四時日景又測九道月景於綦杆上考究東西南北遲疾之差則可推日月兩景相犯求其日食分數并求虧圓時刻起復方位八方偏地亦當如此測景比較地中之差但可推測日食葢日食關係仰望參差所以此景可測若夫月食止須步日度相對不可以兩景相犯而推之

偏遠準則

地中之子午卯酉四嚮既正則輪盤可正二十四嚮矣

然八方之地各有偏嚮何以言之葢因測地中而知之春分前二日秋分後二日此兩日之卯酉時太陽在地盤卯酉正位假若地偏南北者則卯酉表景不相直以正卯之景定輪盤則不對正酉以正酉之景定輪盤則不對正卯北極是地盤正子之位日中太陽是地盤正午之位假若地偏東西者則子午兩嚮不相直以正午之景定輪盤則不對正子以正子之嚮定輪盤則不對正午若偏地而欲取正四嚮以分輪盤則二十四嚮疎密不

均首尾不對矣要當各立偏嚮其偏卯偏酉雖不能端
指正卯正酉然所移之數卯酉皆均不於正卯移多而
正酉移少不於正卯移少而正酉移多子午之偏正亦
然但地偏南北而不偏東西者子午二嚮無改異自然
是卯酉均移地偏東西而不偏南北者卯酉二嚮無改
異自然是子午均移若地在四隅不在四正而四嚮偏
者必合均移未有凖則葢午偏而傍又偏則四嚮皆偏
矣何所取正而均移哉愚今思索因得偏定卯酉之方權

置平木一條約長三尺闊五寸厚三寸東端之内五寸許樹構短木高二尺西端之内五寸許樹構短木高一尺短木之首俱作圓竅以窺筒貫於其中須令穩而不動名曰筒架别置一圓案如輪盤然徑廣約三尺不分二十四嚮周圍三百六十輻輻輳於中不滿周天全度者葢約數也置筒架於案上其長短相同使窺筒西竅齊於人目案足高低稱之當昏見時窺望東方之星於筒内將筒架於圓輻漸遷記各星所嚮圓輻繩墨亦記

其在筒内高低偏正與夫窺見之時漏刻晝數俟已測之星曉落西方移轉架筒亦於圓輻漸遷而窺望但有一星之兩轡相直其窺見之時刻又且昏曉兩數距夜半皆均距午亦然以此星繩墨為東西之轡假作偏卯偏酉準繩猶未得偏卯偏酉之真故曰假所以然者蓋為天遠則似較低地東者西望偏酉差南地西者東望偏卯差南欲求其真且以假準繩為則置一木架如地中所測經度者其兩木所開長罅直指偏卯酉之假準

繩測望天脊之緯度所謂天脊者自地平子際上至北極自北極上至嵩高自嵩高南至地平午際比如一環之半周名曰天脊平分東西於正中皆是定體午位凡緯度北距於極者至天脊而最高最南兩傍低於天脊漸漸斜倚於北未至天脊而少偏於東尚自帶北而低已過天脊而少偏於西又復指北而低此以一緯度論也若於卯酉長蟓之内仰觀則見緯度不一惟有天脊緯度與北極最近天脊兩傍東西之緯度在蟓内者距

天脊愈偏則距北極愈遠倘若長鋝得偏卯酉之眞者脊傍所偏度均假若鋝卯差北而鋝酉差南其脊西之鋝度相距北極較遠脊東之緯度相距北極卻近鋝卯差南而鋝酉差北者反是其緯度距北極之數已測中外天官為準而定即制器所測横度是也若取其偏卯偏酉之眞須移長鋝而改準繩若移定而脊傍均偏者是得偏卯偏酉之眞矣雖然若是不立假準繩而使約量測天脊亦可求之其偏卯偏酉移對於正辰正申者

有之移對於正寅正戌者有之偏子偏午移對於正丑
正巳者有之移對於正亥正未者有之其偏地二十四
嚮既定若求地偏東西之數則置刻漏準取昏曉折中
取為夜半置測經度之木架鏄指偏午於此夜半仰望
中星以較地中夜半中星則知地偏東西之度數又從
鏄內候視地中夜半之中星以其偏地此時漏刻比較
地中夜半漏刻此又是以時刻求東西之偏數也若求
地偏南北之數但論鏄內所見天脊緯度取其距北極

之數計之此術固可準矣求地中之術亦可用以相參先定所偏子午卯酉繩墨卻就春分前二日或秋分後二日太陽正當赤道時分於辰申中刻視表景而晝於地但不用偏地刻漏之辰申須當以偏地刻漏較取地中之辰申正時然後將其辰申表景與所偏繩墨相較若偏子午之繩墨近辰景而遠申景者其地偏東近申景而遠辰景者其地偏西若偏卯酉之繩墨近申景而遠辰景者其地偏東近辰景而遠申景者其地偏西量其

所偏遠近則是地偏東西之數用辰申景而不用卯酉景者葢偏地而求地中卯酉兩時恐太陽出没有遲早之不同或二景一有一無故用辰申也望北極而畫定正子之嚮以較偏子繩墨遠近亦是地偏東西之數用偏地刻漏較取地中午時於偏地中候得地中午時之正畫其表景於地以定正午之嚮較其偏午繩墨遠近亦是地偏東西之數將取嚮正子正午之畫與所偏繩墨相較若偏卯酉之繩墨近正子之嚮畫遠正午之嚮

畫者其地偏北近正午之嚮畫遠正子之嚮畫者其地偏南若偏子午之繩墨近正午之嚮畫遠正子之嚮畫者其地偏北近正子之嚮畫遠正午之嚮畫者其地偏南量其所偏遠近則是地偏南北之數地中所戴是嵩高偏地各有偏戴之處於偏戴之下直望在上緯度則得所戴偏距北極之數 案天頂地平隨人所居而異皆以北極為正北日之隨天而左一準赤道而宗北極故隨地可為規識景以正其東西南北蓋不論偏南偏北及偏東偏西而皆有子午卯酉之正也環地之周上應天度本無定中惟以一方為中因名其南北東西為偏則南北相差測北極出地高下知之

東西相差較其月食之時刻早晚知之此篇徒憑胷臆附會於測驗之理茫然無足取也此術但憑天象推測然世間有所謂指南針若置偏地其所指者正午歟抑偏午歟若在偏地果指偏午則二十四嚮隨偏午而定亦可用以測天若指正午則偏地難指正嚮午雖正午而子非正子首尾不對一嚮既差則二十四向皆差是不可以不辨也偏不嚮正之理已於篇首詳說不復贅辭

革象新書卷五

元　趙友欽　撰

小罅光景　句股測天
乾象周髀

小罅光景

室有小罅雖不皆圓而罅景所射未有不圓及至日食則罅景亦如所食分數罅雖寛窄不同景卻周徑相等但寛者濃而窄者淡若以物障其所射之處迎奪此景

於所障物上則此景較狹而加濃予始未悟其理因熟思之凡大罅有景必隨其罅之方圓長短尖斜而不別乃因罅大而可容日月之體也若罅小則不足容日月之體是以隨日月之形而皆圓及其缺則皆缺罅漸窄則景漸淡景漸遠則周徑漸廣而愈加淡大罅之景漸遠亦漸廣然不減其濃此則濃淡之別也假於兩間樓下各穿圓竅於當中徑皆四尺餘右竅深四尺左竅深八尺置卓案於左竅內案高四尺如此則雖深八尺只

如右穽之淺作兩圓板徑廣四尺俱以蠟燭千餘枝密插於上放置穽內而燃之比其形於日月更作兩圓板徑廣五尺覆於穽口地上板心各開方竅所以方其竅者表其竅小而景必圓也左竅方廣寸許右竅方廣寸半許所以一寬一窄者表其寬者濃而窄者淡也於是觀其樓板之下有二圓景周徑所較甚不多卻有一濃一淡之殊詳察其理千燭自有千景其景皆隨小竅點點而方燭在穽心者方景直射在樓板之中燭在南邊

者方景斜射在樓板之北燭在北邊者方景斜射在樓板之南至若東西亦然其四旁之景斜射而不直者緣四旁直上之光障礙而不得出從旁達中之光惟有斜穿出竅而已穿內既已斜穿竅外止得偏射偏中之景千數交錯周遍疊砌則總成一景而圓所以有濃淡之殊者蓋兩處皆千景疊砌圓徑若無廣狹之分但見其竅寛者所容之光較多乃千景皆廣而疊砌稠厚所以濃竅窄者所容之光較少乃千景皆狹而疊砌稀薄所

以淡於是向右穽東邊減卻五百燭觀其右間樓板之景缺其半於西乃小景隨日月虧食之理也又滅左穽之燭但明二三十枝疎密得所觀其樓板之景雖是周圓布置各自點點為方不相黏附而愈淡矣又皆滅而但明一燭則只有一景而方緣為竅小而光形尤小竅內可以盡容其光卻為大景隨空罅之象矣若依舊皆燃左穽之燭則左景復圓別將廣大之板二片各懸於樓板之下較低數尺以障樓板而迎奪其景此景較於

樓板者斂狹而加濃所以迎奪其景者表其景近則狹而濃遠則廣而淡也燭光斜射愈遠則所至愈偏則距中之數愈多圜旁皆斜射所以愈偏則周徑愈廣景之周徑雖廣燭之光燄不增如是則千景展開而重疊者薄所以愈廣則愈淡亦如水多則味減也然其板不可側高偏低否則景不正圓而長於是去其所懸之板舉其左穽連板之燭徹去穽內卓案復燃連板之燭置於穽底而揜之竅既遠於燭景則斂而狹所以斂狹者蓋

是竅與燭相遠則斜射之光斂而稍直光皆斂直則景不得不狹景狹則色當濃燭遠則光必薄是以難於加濃也先論景距竅之遠近此復論燭距竅之遠近景之遠近在竅外燭之遠近在竅內凡景近竅者狹景遠竅者廣燭遠竅者景亦狹燭近竅者景亦廣景廣則淡景狹則濃燭雖近而光衰者景亦淡燭雖遠而光盛者景亦濃由是察之燭也光也竅也景也四者消長勝負皆所當論者也於是徹去所覆兩穿之板別作圓板二片

徑廣尺餘右片開方竅方廣四寸左片開尖竅三曲皆廣五寸餘各以索懸於樓板之下令其可以漸高漸低所以漸高漸低者表其景之遠廣而近狹也仰觀樓板之景左尖右方俯視燭光之形左全右半此則大景隨空之象各自方尖不隨燭光而圓缺也然穿大而板竅仍小令喻以為大罅者葢穿於板竅較遠遠則雖大猶小竅於樓板較近近則雖小猶大方尖竅内可以盡容燭光之形也原尖小竅之千景似乎魚鱗相依周遍布

置大鏄之景千數比於沓紙重疊不散張張無參差由此觀之大則總是一穽之景似無千燭之分小則不覩一穽之全碎砌千燭之景是故小景隨光之形大景隨空之象斷乎無可疑者

句股測天

句股之術可以測天然高深廣遠難於推步籌策今姑以淺近髝之塔高十丈未知其數於塔之正東立一木表於表東席地而卧以眼西望塔頂望見塔頂雖高

只與表末相齊於是自塔心量至表根為數五丈又自表根量至測望之眼為數一丈二尺五寸再立後表於前表正東從後表正東如前望之見塔頂亦與後表之末相齊量得兩表相遠三丈自後表之根東至測望之眼為數二丈先量得兩表皆高二丈有餘從表首下至與眼平只高二丈亦可以筭術求其塔高兩表相遠三丈名曰表間前目距前表一丈二尺五寸名曰前景後目距後表二丈名曰後景前後兩景相多七尺五寸名

曰景差所以名為景者蓋是將燈置於塔頂假若兩表有景長短必齊於眼望之處故以名其數也先以心度云移表三丈而景差七尺五寸即是其表每移一丈景差二尺五寸若移前表過西一丈景必減作一丈且移過西四丈景必減盡無餘是猶表直於戴日之下則無景也如此則知塔心與前表相遠五丈以後表名為小股後景名為小句句者矩之短處也股即木匠之曲尺以塔心距前表之五丈通併表間三丈則知塔心距後

表八丈更加後景二丈共計十丈名為大句塔頂高數名為大股以小勾股作大勾股之則例既然小句二丈而小股二丈則知大句十丈大股必十丈矣若不用後表後景為小勾股而求塔高前表前景亦可用也以前表二丈為小股前景一丈二尺五寸為小句前景一丈二尺五寸通前表距塔心之數五丈共六丈二尺五寸為大勾塔高之數為大股以小句股為大句股之則例計小句之數每一丈為小股一丈六尺令大句六丈二

尺五寸大股必十丈矣若或顯言塔遠之數五丈止立一表以測塔高者如前名作小句股卻以大句求大股而為塔高此一表之術乃先知塔遠而止求塔高若前兩表之術則皆未知所以先求塔遠而卻憑塔遠以求塔高也既可將遠求高亦可將高求遠今以畫圖言之畫一綦枰縱橫各十寸每眼比一丈總為百眼如此則縱橫各有十一畫邊西第一直畫塗紅喻為塔高十丈邊東第三直畫偏低塗青喻為後表二丈當中直畫偏

低塗黄喻為前表二丈於後表之東横底塗青喻為後景二丈景末作一圈喻為後目於前表之東横底塗黄喻為前景一丈二尺五寸景末作一圈喻為前目從前目斜畫一線向西而高至塔頂名為前大弦後目亦如前畫為後大弦此兩條弦非實有物乃眼繩也謂之弦者葢矩曲畧似乎弓兩端斜距之數則似弓弰安弦兩表之末必與斜弦相湊可比兩表之末俱與塔頂相齊以圖視之眼繩兩條合尖於塔頂漸低則漸開至地平

而開廣三丈七尺五寸表末只開廣三丈如此則是斂窄
七尺五寸計高一表之數二丈以心度云眼繩於地平
開廣三丈七尺五寸若將斂窄盡絕則至塔頂而高五
表之數每表高二丈則知塔高十丈矣十丈為股用之
求大句者則亦以小句股為則例而求之後表小股二
丈而小句亦二丈如此則大股十丈可知大句必十丈
矣大句即是塔遠後目之數前表小股二丈而小句一
丈二尺五寸乃是每股一丈句至六尺二寸五分令大

股十丈可知大句必六丈二尺五寸矣此大句即是塔遠前目之數先已知大股而止求大句者不須兩表之小句股但用一表之小句股為則例而求之乃先知塔高而止求塔遠也大句大股已得其數亦可求大弦乃眼繩之斜長即人目距塔頂之斜遠也欲求其數不可不明其乘除開方所謂乘者七其八得五十六名曰七乘八或八其七得五十六名曰八乘七若十二與三十相乘則得三百六十所謂自乘者三其三為九或十其

十為百貳百其百百為萬貳十九自乘十九則為三百六十一凡自乘之數名曰冪冪是覆物之巾方而有眼數自乘之數必方故名為冪冪所謂除者七除其五十六各得八乃置五十六如七而一則為八也或八除其五十六各得七乃置五十六如八而一則為七也或十二除其三百六十而得三十謂之如十二而一或三十除其三百六十而得十二謂之如三十而一或三除其九而得三或十除其百而得十或百除其萬而得百皆曰除

也所謂開方者九而開方而得三或百而開方得十或萬而開方得百或三百六十一而開方縱横皆得十九是謂開方也凡巳乘之數除則復元巳除之數乘則復元今求眼繩斜長之數當用句股求弦之術其術曰句自乘名句冪股自乘名股冪兩冪相併為弦冪開為平方即得其弦凡以丈尺求者宜改為寸數以算之今以後表所測大句十丈準為大句一千寸其一千寸共乘得一百萬寸名曰句冪大股數同名為股冪相併得二

百萬寸名為弦冪開為平方得後大弦乃一千四百一十四寸有奇是後表之眼繩長一十四丈一尺四寸有餘也以前表求前弦者倣之後弦之冪二百萬寸而開方譬似方磚二百萬片砌於方臺之上東西南北縱横數之皆廣一千四百一十四片尚有方磚六百四片若欲用盡無餘則碎之而砌作大方餘數此術以塔心嚮戴日之下以塔頂嚮日之高以燈影嚮日景嚮月景亦然衆星無景則人以目就地望而凖之測得三辰之高

則可知日月不附著於天而懸虛運轉若五緯較遠於經星則是五緯亦懸虛而不附著設或五緯與經星之高遠相齊則是五緯如磨蟻而右旋矣塔之為物高數不多兩表相距三丈亦可以測若夫三辰之高必須兩表相距數百里否則不覺其景差里之為數長三百步每步之長伸手一度也浙尺約六淮尺約五世間路里迤遥難取徑直既然地上量之不直豈能推其三辰高遠是以古人測表景千里一寸之差猶未親切姑以其

術言之然古者制表未精令别定表之制度併述元有
算法就地中各去南北數百里仍不偏於東西俱立一
表約高四丈於表首之下數寸許作一方竅所以低數
寸者恐其表首景淡也所以方其竅者葢小竅有景不
隨空塼之象必隨日月之形可以測日月之周徑也其
竅外廣而內狹當中薄如連邉兩旁如側置漏底之盌
形圓而竅方所以然者葢日光斜射之際恐其竅楞相
妨也竅空之大小當於地上試景而定之直立其表而

後試稍有偏斜則不可準若試而光淡者竅差小也景不圓者竅差大也須得酌中為佳若表末細而不可開大竅者以木接之以薄板接之尤妙葢為作側盌之狀也自表根量至空竅下際其寸數名曰表高兩表制度須同不可差異少許同日測表景於正午之時自表根量地至於空竅下際之景其寸數名曰表景以南北表景之數相減餘名景差兩表相距路里變作寸數名曰表間各乘南北表景各如景差而一即得二表各與戴

日之地相距寸數名曰平遠南北各以表景加之所得各以表高乘之各如表景而一即得日輪頂與戴日地相距寸數名曰日高乘表間如景差而一卻加表高亦得日高也若求日輪底之高者量表高則至空竅上際量表景亦至空竅上際之景算法並不殊若將日輪頂底之兩高數相減則知日圓之徑以南北表景各加平遠所得自乘名句冪日高自乘名股冪兩冪相併名弦冪開為平方名曰日遠乃南北表竅之景距日斜遠也

然南北各有兩數葢日輪頂底各距表竅上下之景際其相遠寸數可於南北各作兩次求之凡測早晩者倣此太陰亦然若謂表高難直者當併樹兩表構横木以為高架横木之中釘一方環如前表竅之制須當穏實不揺曳卻懸一壯繩以代木表繫於懸虛之中墜石去地寸許令其急而不緩則直可凖矣若測衆星者量表則至於竅心望亦須在竅心也此句股之法以横測遠以樹測高乃測高遠也若測廣遠者則以繩引於地而

為句股句與股皆橫測之若測深遠者高立表木橫構
二平木於表前以橫測遠以樹測深此句股則又有橫
樹之分矣夫測三辰之高遠者必須遠量兩表之間然
難於地平直步要當節節測望地平之遠數卻通併以
為表間是又不可不知也

乾象周髀

日之圓徑一度以筭術求其周圍計三度一十四分一
十六秒月之周徑比似之赤道周天三百六十五度二

十五分七十五秒以算術求其中徑計一百一十六度二十六分五十一秒徑當周中似乎圓扇夾脊平分兩旁即是南北二極相距之直數折半計五十八度一十三分二十五秒有奇乃是六合各距天中之均數天體圓如彈丸東西南北相距皆然凡相距平分之數皆圓中之徑也古人謂圓徑一尺周圍三尺方廣一尺邊旁四尺圓象天而天數三方象地而地數四數分陰陽自然有理後世考究則不然方廣一尺而邊旁四尺無可言者若言

圓徑一尺而周圍三尺則三尺尚有餘圍三尺而中徑一尺則一尺為不足蓋圍三尺徑一尺是六角之田也或謂圓徑一尺周圍三尺一寸四分案此劉徽所推或謂圓徑七尺周圍二十二尺案此祖沖之所推約率或謂圓徑一百一十三周圍三百五十五案此祖沖之所推密率徑一尺而周三尺一寸四分猶自徑多圍少徑七尺而周二十二尺却是徑少周多徑一百一十三而周圍三百五十五最為精密今求日周天徑是此法也既論其異同亦當言其考究之

術畫為百眼棊盤一眼廣一寸橫十寸名句在於東西相距方圖之內畫為圓圖是去其方之四角也圓徑十寸與外方之股數相同圓徑名髀圓之髀比方之股其數同而字義不異但有方圓之别就圓圖之内又畫小方圖其小方四角不指外方之四角而斜抵東西南北之四正葢其外大方四角在於乾坤艮巽其内小四角在於坎離震兌小方四角斜弦一十寸尚是圓中之髀為數不殊於外方之股以外方而比内方包容之積相半

外方積一百寸内方積五十寸何以知其然蓋將外方均作四隅而視之一半歸於内一半出於外由是察之圓中之直髀即内方之斜弦内方既用為弦圓中難以名股句股與弦名不可紊故稱為髀以别之内方之弦十寸自乘得一百寸名弦冪凡弦冪必兼得句股兩冪之數今圖方而縱横相同當以弦冪均為句股兩冪各得五十寸而開方即知句股皆七寸有餘考究圓圜本起於此考究之術將薄紙剪圓而臨於棊枰之上不須

於紙上畫為方眼但景映以為準則然後於此薄紙之上模下之小方以算術展為圓象充滿所定之圓圍自四角之方添為八角曲圓為第一次若第二次則求其為曲十六若第三次則求其為曲三十二若第四次則求其為曲六十四凡多一次其曲必倍若至十二次則求其為曲一萬六千三百八十四其初之小方漸加漸展漸滿漸實角數愈多而其為方者不復方而變為圓矣故自一二次求之以至一十二次可謂極其精密若

節節求之雖至千萬次其數終不窮須當逐節作為大小
句大小股大小句冪大小股冪小弦小弦冪大弦大弦冪
但大弦與大弦冪不於節次作之畢竟止用本數而已今
先以第一次言之内方之弦十寸名大弦自乘得一百寸
名大弦冪内方之句冪五十寸名第一次大句冪以第一
次大句冪減其大弦冪餘五十寸名第一次大股冪開方
得七寸七釐一毫有奇名第一次大股以第一次大股減
其大弦餘二寸九分二釐八毫有奇名第一較以此較折

半得一寸四分六釐四毫有竒名第一次小句此小句之數乃是内方之四邉與圓圍最相遠處也以第一次小句自乘得二寸一分四釐四毫有竒名第一次小句冪以第一次大句冪析半得二十五寸又析半得一十二寸五分名第一次小股冪以第一次小股冪併第一次小句冪得一十四寸六分四釐四毫有竒名第一次小弦冪以第一次小弦冪開方得三寸八分二釐六毫有竒名第一次小弦即是八曲之一八乘其第一次小弦得三十寸六分一

羃有奇是即八曲之周圍也此以小數求之不若改為大
數所以然者盖求至十二次數之降者漸小愈小則不便
於數名當將大弦改為一千寸大弦羃改為一百萬寸第
一次大句羃改為五十萬寸大股亦如之然後依法而求
若求至第二次者以第一次小弦羃就名第二次大句羃
以第一次大股羃減其大弦羃餘為第二次大股羃開
方為第二次大股以減其大弦餘為第二較折半名二
次小句此小句之數即是八曲之邊與圓圍最相遠處

也以第二次小句自乘名第二次小句冪以第二次大句冪兩折名第二次小股冪以第二次小股冪併第二次小句冪名第二次小弦冪以第二次小弦冪開方為第二次小弦即是十六曲之一以十六乘其第二小弦即是十六曲之周圍也以第二次做第一次若至十二次亦遞次相倣而已置第十二次之小弦以第十二次之曲數一萬六千三百八十四乘之得三千一百四十一寸五分九釐二毫有奇即是千寸徑之周圍也置此周

圜之數降呼作三尺一寸四分一釐五毫九絲二忽有奇以一百一十三乘之果得三百五十五尺故言其法精密要之方爲數之始圓爲數之終圓始於方方終於圓周髀之術無出於此矣

乾隆御覽之寶

國立北平圖書館藏

謄録監生臣龍舜耕
謄録監生臣董　誠